



2 / Priority  
- Doc  
E. Willis  
8-4-00

Jc678 U.S. PTO  
09/540113  
03/31/00

## Bescheinigung

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Magnetresonanz-Antenne"

am 1. April 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol G 01 R 33/34 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 30. Juni 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Aktenzeichen: 199 14 989.5

Hoß

## Beschreibung

## Magnetresonanz-Antenne

5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Magnetresonanz-Antenne für Magnetresonanzanlagen mit vertikalem Grundfeld, die eine Anzahl sich bezüglich einer Mittelachse im wesentlichen radial jeweils von einem inneren Stabanfang zu mindestens einem äußeren Stabende erstreckender Antennenstäbe aufweist, 10 wobei die Antennenstäbe zumindest magnetisch miteinander gekoppelt sind.

Eine derartige Magnetresonanz-Antenne ist aus der US-A 5 153 517 bekannt. Diese Magnetresonanz-Antenne weist vier Antennenstäbe auf, die paarweise mit 90° Phasenverschiebung gespeist bzw. abgetastet werden. 15

Ferner sind sogenannte Birdcage-Resonatoren für Magnetresonanzanlagen mit axialem Grundfeld bekannt. Diese weisen einer 20 Vielzahl von kreisförmig um eine Mittelachse herum angeordneten, parallel zur Mittelachse verlaufenden Antennenstäben auf, die an ihren Enden über ringförmige Verbindungselemente elektrisch leitend miteinander verbunden sind.

25 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine weitere Magnetresonanz-Antenne für Magnetresonanzanlagen mit vertikalem Grundfeld zu schaffen, mittels derer auf einfache Weise ein homogenes zirkular polarisiertes Magnetfeld erzeugbar ist.

30

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Anzahl von Antennenstäben mindestens fünf beträgt.

Die Antennenstäbe sind zumindest über ihre Magnetfelder miteinander gekoppelt. Zusätzlich können sie über Verbindungselemente an den Stabanfängen und/oder Stabenden miteinander gekoppelt sein. Eine solche elektrisch leitende Verbindung 35

wird vorzugsweise über ein ringförmig ausgebildetes Verbindungselement bewirkt. Die Stabanfänge und/oder die Stabenden können statt mit Verbindungselementen untereinander auch einzeln mit einer Massefläche verbunden sein.

5

In allen Antennenstäben und/oder Verbindungselementen können Kondensatoren angeordnet sein, um die Magnetresonanz-Antenne auf eine gewünschte Betriebsfrequenz anzupassen.

10 Unabhängig von der Art der Kopplung kommt es in beiden Fällen darauf an, daß die Antennenstäbe derart miteinander gekoppelt sind, daß das von ihnen erzeugte Magnetfeld zirkular polariert ist.

15 Im einfachsten Fall können die Antennenstäbe einfache Stäbe mit einem Stabanfang und einem Stabende sein. Gegebenenfalls können die Antennenstäbe aber auch nach außen hin aufgespaltet sein, also mindestens zwei Stabenden aufweisen.

20 Die Geometrie der Magnetresonanz-Antenne kann eben sein. In diesem Fall ist die Konstruktion der Magnetresonanz-Antenne besonders einfach. Wenn hingegen die Stabanfänge eine Stabanfangsebene und die Stabenden eine Stabendeebene definieren und die Stabanfangsebene und die Stabendeebene parallel und  
25 versetzt zueinander verlaufen, ergibt sich im Bereich der Mittelachse ein besonders homogenes Magnetfeld. Die Antennenstäbe sind in diesem Fall vorzugsweise linear ausgebildet.

In der Regel weisen die Antennenstäbe eine Linienführung auf,  
30 deren Extrapolation die Mittelachse in einem gemeinsamen Schnittpunkt schneidet. Das von der Magnetresonanz-Antenne erzeugte Magnetfeld ist noch homogener, wenn die Stabanfangsebene und die Stabendeebene parallel zu einer Masseplatte verlaufen. Ganz besonders homogen ist es, wenn der  
35 Schnittpunkt in der Masseplatte liegt.

Wenn die Anzahl von Antennenstäben durch vier teilbar ist, ist die Ein- bzw. Ausspeisung zweier um  $90^\circ$  phasenversetzter Ströme besonders einfach.

- 5 Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels. Dabei zeigen in Prinzipdarstellung:

- 10 FIG 1 bis 4 verschiedene Magnetresonanz-Antennen in der Draufsicht,  
FIG 5 eine Magnetresonanz-Antenne in der Perspektive und  
FIG 6 und 7 verschiedene Magnetresonanz-Antennen im Schnitt von der Seite.

15

In FIG 1 ist die Grundform einer erfindungsgemäßen Magnetresonanz-Antenne dargestellt. Sie weist mindestens fünf, gemäß FIG 1 sogar acht, Antennenstäbe 1 auf. Die Antennenstäbe 1 erstrecken sich bezüglich einer Mittelachse 2 radial von einem inneren Stabanfang 3 zu einem äußeren Stabende 4. Gemäß FIG 1 sind die Stabanfänge 3 über ein inneres Verbindungselement 5 und die Stabenden 4 über ein äußeres Verbindungselement 6 elektrisch leitend miteinander verbunden. Beide Verbindungselemente 5, 6 sind gemäß FIG 1 ringförmig ausgebildet. Die Antennenstäbe 1 sind also sowohl magnetisch als auch elektrisch miteinander gekoppelt. Die Magnetresonanz-Antenne weist von Antennenstab 1 zu Antennenstab 1 eine zyklische Symmetrie auf.

- 25  
30 Die Magnetresonanz-Antenne weist zwei Anschlüsse 7 auf, welche am äußeren Verbindungselement 6 um  $90^\circ$  versetzt angeordnet sind. An diesen beiden Anschlüssen 7 können wahlweise zwei um  $90^\circ$  phasenversetzte Ströme mit einer Magnetresonanzfrequenz  $f$  ein- bzw. ausgespeist werden. Dadurch kann mit der  
35 Magnetresonanz-Antenne gemäß FIG 1 wahlweise ein zirkular polarisiertes Magnetfeld ausgesendet oder empfangen werden. Die Magnetresonanzfrequenz  $f$  liegt üblicherweise zwischen 8 MHz

und 100 MHz. Die zu einem bestimmten Zeitpunkt fließenden Ströme und Magnetfelder sind in FIG 1 durch die üblichen Symbole angedeutet.

- 5 Im äußeren Verbindungselement 6 sind gemäß FIG 1 Kondensatoren 8 angeordnet. Alternativ könnten die Kondensatoren 8 auch im inneren Verbindungselement 5 oder in den Antennenstäben 1 angeordnet sein.
- 10 In den FIG 2 bis 5 sind Abwandlungen der Grundaufführung nach FIG 1 dargestellt. Gleiche Elemente sind dabei mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die in den Antennenstäben 1 und/oder Verbindungselementen 5, 6 enthaltenen Kondensatoren 8 sind in den Figuren 2 bis 5 der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt.
- 15

- Gemäß den FIG 2 und 3 sind die Stabenden 4 über das äußere Verbindungselement 6 elektrisch leitend miteinander verbunden. Die Stabanfänge 3 hingegen sind gemäß FIG 2 direkt elektrisch leitend miteinander verbunden und gemäß FIG 3 auf Masse gelegt. Ferner spalten sich bei der Ausführungsform gemäß FIG 2 die Antennenstäbe 1 nach außen hin auf, das heißt, sie weisen jeweils zwei Stabenden 4 auf. Bei der Ausführungsform gemäß FIG 4 hingegen sind die Stabanfänge 3 über das innere Verbindungselement 5 elektrisch leitend miteinander verbunden und die Stabenden 4 auf Masse gelegt.
- 20
- 25

- Bei der Ausführungsform gemäß FIG 5 sind die Antennenstäbe 1 nur magnetisch miteinander gekoppelt. Gemäß FIG 5 sind sowohl die Stabanfänge 3 als auch die Stabenden 4 mit Masse verbunden.
- 30

- FIG 6 zeigt die Ausführungsform der Magnetresonanz-Antenne gemäß FIG 4 im Schnitt von der Seite. Ersichtlich ist die Magnetresonanz-Antenne planar aufgebaut. Es ist aber auch möglich, wie nachstehend in Verbindung mit FIG 7 erläutert, daß die Stabanfänge 3 eine Stabanfangsebene 9 und die Stabenden 4
- 35

eine Stabenebene 10 definieren, wobei die Stabanfangsebene 9 und die Stabenebene 10 parallel, aber versetzt zueinander verlaufen.

- 5 FIG 7 zeigt die Grundaussführung der Magnetresonanz-Antenne gemäß FIG 1 von der Seite. Gemäß FIG 7 weisen die Antennenstäbe 1 eine Linienführung auf. Die Extrapolation der Linienführung schneidet die Mittelachse 2 in einem gemeinsamen Schnittpunkt 11. Der Schnittpunkt 11 liegt in einer Masse-
- 10 platte 12, welche parallel zur Stabanfangsebene 9 und zur Stabenebene 10 verläuft. Die Steigung der Antennenstäbe 1 relativ zur Masseplatte 12 sollte  $45^\circ$  nicht übersteigen. Ansonsten kann die Steigung je nach Bedarf gewählt werden.
- 15 Die erfindungsgemäßen Magnetresonanz-Antennen weisen einen hohen Wirkungsgrad bei der Erzeugung und beim Empfang eines zirkular polarisierten Magnetfeldes auf.

- Die Anzahl der Antennenstäbe 1 kann nach Bedarf gewählt werden, wenn sie mindestens fünf beträgt. Besonders günstig ist es aber, wenn die Anzahl durch vier teilbar ist, also 8, 12, 16 usw. beträgt. Denn dann ist die Ein- bzw. Ausspeisung zweier um  $90^\circ$  phasenversetzter Ströme zur Erzeugung bzw. Ab-
- 20 tastung eines zirkular polarisierten Magnetfeldes besonders einfach.
- 25

- Die erfindungsgemäße Magnetresonanz-Antenne kann in Magnetresonanz-Anlagen mit vertikalem Grundfeld verwendet werden, um ein zu dem vertikalen Grundfeld transversales hochfrequentes
- 30 Magnetfeld zu erzeugen oder zu empfangen. Dabei ist insbesondere von Vorteil, daß aufgrund der Konstruktion der Magnetresonanz-Antenne sich kreuzende Antennenstäbe 1 entweder von vorneherein nicht auftreten oder aber miteinander kontaktiert werden können, also nicht voneinander isoliert werden müssen.

## Patentansprüche

1. Magnetresonanz-Antenne, die eine Anzahl von sich bezüglich einer Mittelachse (2) im wesentlichen radial jeweils von einem inneren Stabanfang (3) zu mindestens einem äußeren Stabende (4) erstreckender Antennenstäbe (1) aufweist, wobei die Antennenstäbe (1) zumindest magnetisch miteinander gekoppelt sind,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Anzahl von Antennenstäben (1) mindestens fünf beträgt.
2. Magnetresonanz-Antenne nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Stabanfänge (3) und die Stabenden (4) mit Masse verbunden sind.
3. Magnetresonanz-Antenne nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Antennenstäbe (1) auch elektrisch miteinander gekoppelt sind.
4. Magnetresonanz-Antenne nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Stabanfänge (3) und/oder die Stabenden (4) über ein ringförmig ausgebildetes Verbindungselement (5, 6) elektrisch leitend miteinander verbunden sind.
5. Magnetresonanz-Antenne nach einem der obigen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Antennenstäbe (1) mindestens zwei Stabenden (4) aufweisen.
6. Magnetresonanz-Antenne nach einem der obigen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Stabanfänge (3) eine Stabanfangsebene (9) und die Stabenden (4) eine Stabendeebene (10) definieren und daß

die Stabanfangsebene (9) und die Stabendeebene (10) parallel und versetzt zueinander verlaufen.

5 7. Magnetresonanz-Antenne nach Anspruch 6,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die Antennenstäbe (1) linear ausgebildet sind.

10 8. Magnetresonanz-Antenne nach Anspruch 6 oder 7,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die Antennenstäbe (1) eine Linienführung aufweisen,  
deren Extrapolation die Mittelachse (2) in einem gemeinsamen Schnittpunkt (11) schneidet.

15 9. Magnetresonanz-Antenne nach Anspruch 6, 7 oder 8,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die Stabanfangsebene (9) und die Stabendeebene (10) parallel zu einer Masseplatte (12) verlaufen.

20 10. Magnetresonanz-Antenne nach Anspruch 8 und 9,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß der Schnittpunkt (11) in der Masseplatte (12) liegt.

25 11. Magnetresonanz-Antenne nach einem der obigen Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die Anzahl von Antennenstäben (1) durch vier teilbar ist.



Zusammenfassung

Magnetresonanz-Antenne

- 5 Magnetresonanz-Antenne, die mindestens fünf sich bezüglich  
einer Mittelachse (2) im wesentlichen radial jeweils von ei-  
nem inneren Stabanfang (3) zu mindestens einem äußeren Sta-  
bende (4) erstreckender Antennenstäbe (1) aufweist, wobei die  
10 Antennenstäbe (1) zumindest magnetisch miteinander gekoppelt  
sind.

FIG 1

FIG 1

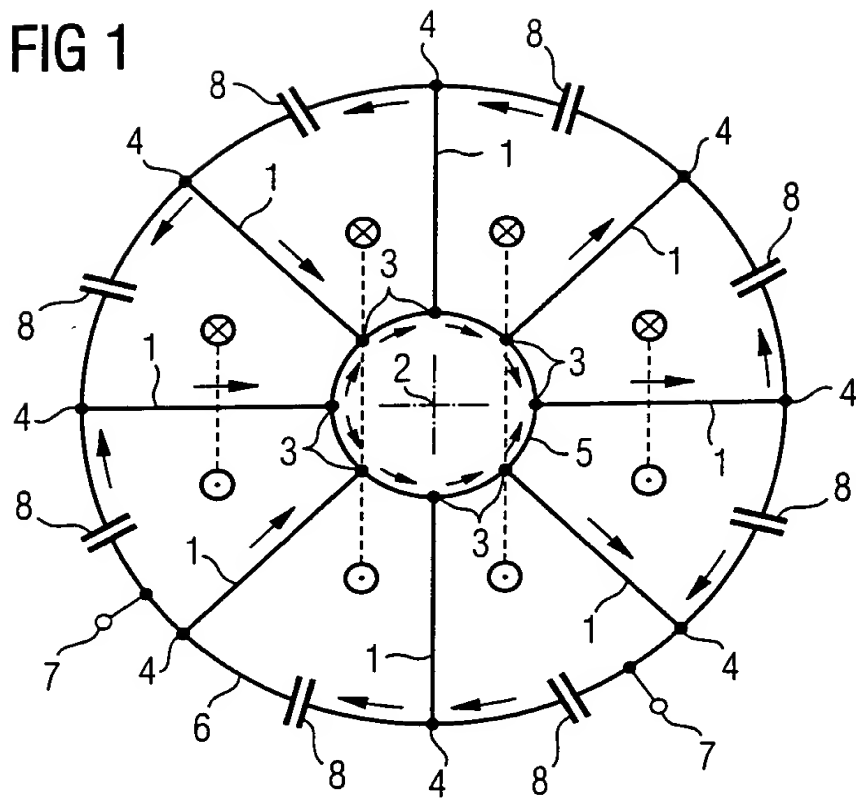


FIG 2

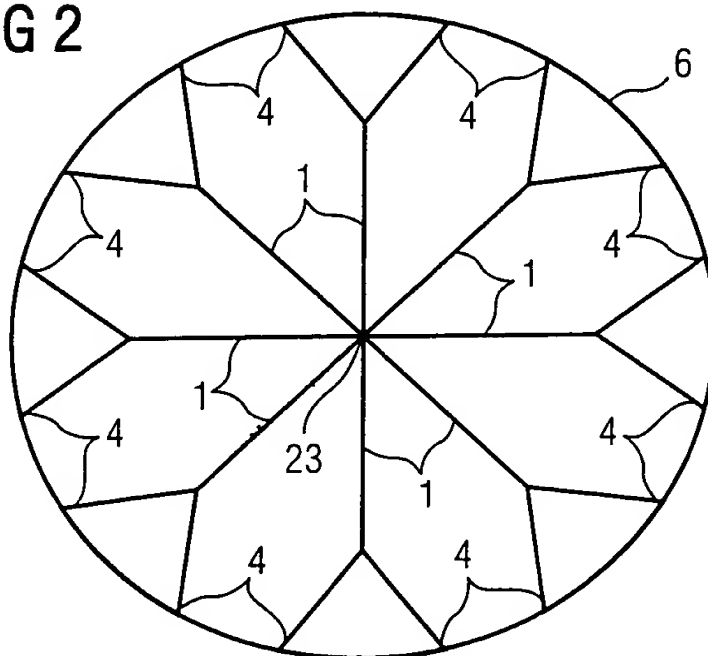


FIG 3

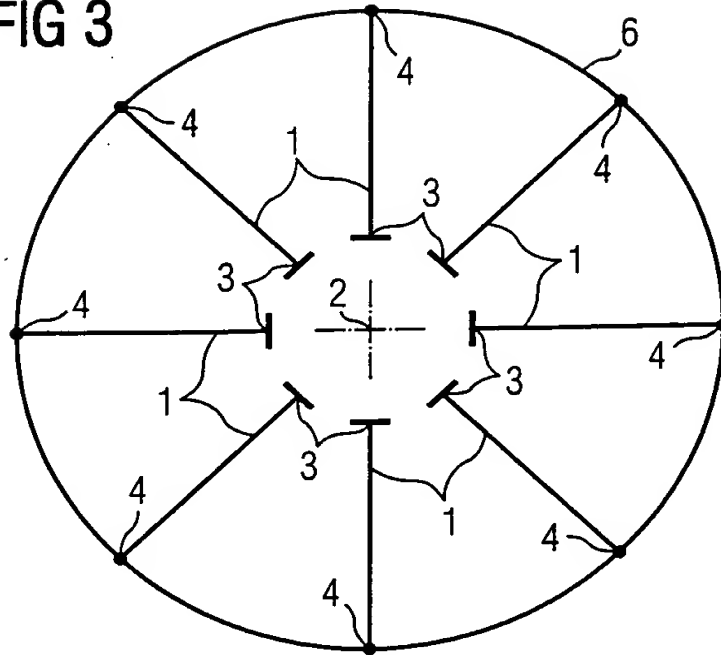


FIG 4

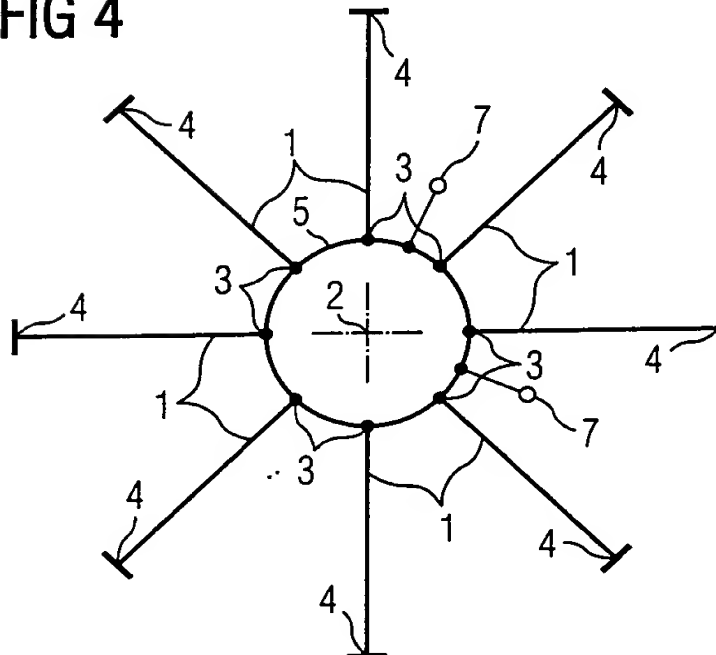


FIG 5

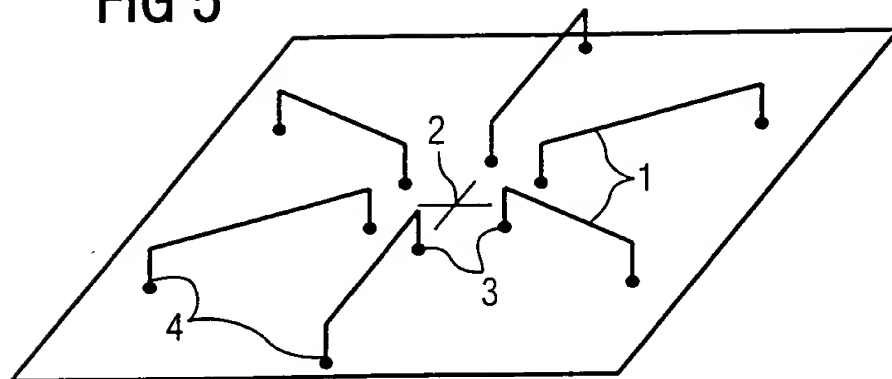


FIG 6

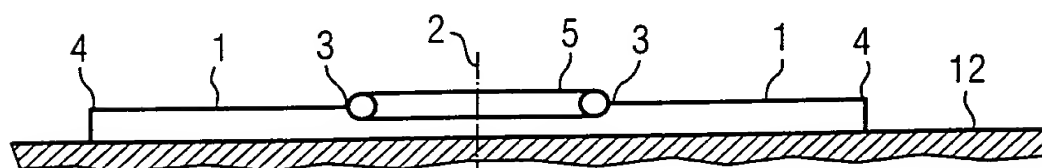


FIG 7

